マツカレハの長日条件下における成長
殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育に関する諸問題 第45報

長沢純夫・中山 勇
清水市渋川 100, イハラ農薬研究所

Growth of the pine moth, *Dendrolimus spectabilis* BUTLER, under the conditions of long photoperiod

Problems on the breeding of insects for biological assay of insecticides. XLV.

SUMIO NAGASAWA and ISAMU NAKAYAMA
Ihara Agicultural Chemicals Institute, Shimizu

光周期を種々かえた条件下で昆虫を飼育すると，それらの持つ従来の生理的な諸性質が攪乱され，形態的にもときに顕著な相違があらわれることは，既に多くの人々によってあきらかにされている．なかでも，長日条件下で飼育された鱗翅目幼虫においては，そのために休眠がまったく誘起されず，連続的に世代をくりかえしていくことがしられている．マツカレハは，ごく少数個体が年2回の発生を行うことが，長野 (1916)，神谷 (1934)，藍野ら (1962)，山田ら (1967) によって記録されているが，普通は年1回の発生で，夏から初秋にかけて孵化した幼虫は，年内に4乃至5回の脱皮をくりかえした後，越冬に入り，翌春さらに3乃至2回の脱皮を行って老熟営繭，蛹化することがのべられている（神谷 1934，細谷 1940）．すなわち，その幼虫期に7回の脱皮を行うのが普通のようである．筆者らは 1966 年夏，野外で採集した卵からふ化した幼虫を，温度 25°C，24 時間連続照明条件下で飼育をはじめ，1967 年3月末にいたるまでの間に，その発育過程を2世代にわたって観察することができた．本文においては，主にその後半の飼育成績をしるし，これに対する若干の考察を行うこととする．本文に入るに先立ち，飼育実験と数値の計算について種々の御協力をいただいた柴三千代，清水春子の両嬢に謝意を表する．

実験材料および方法

マツカレハ．この実験にもちいたマツカレハの卵は，1966 年8月下旬，静岡県清水市小島において採集したもので，9月上旬にふ化した個体を，温度 25°C，関係湿度 60%，常時照度 130 lux の螢光灯照明下において，クロマツの葉をあたえて飼育した．これらは野外におけるような休眠に入らず，一様に発育をつづけ 11 月 18 日から 12 月22 日にいたる期間に羽化した．これらの羽化個体のうち，12月8日に羽化した雌雄の交配によって，12 月 10 日に産下された卵塊を，つぎの世代の飼育集団として同じ条件下で飼育し，それらの卵期間，幼虫各令期間，および蛹期間を観察し，成長に伴って脱ぎすてられた頭蓋の幅を測定し，成長様式を考察するための基礎数値とした．なお最終令幼虫の頭蓋は，営繭後，繭内で縫合線から裂開した状態でぬぎすてられるが，蛹化直後に繭を切り，頭蓋が乾ききらない間にとり出せば，これをつなぎあわせて正しく測定することが可能である．

実験結果と考察

1. 脱皮回数．自然条件下においては，9月上，中旬にふ化して成育，その途中で，当然休眠越冬に入るべきものと考えられる卵塊を，長日恒温条件下に移してふ化せしめ，その第2世代まで飼育した結果，それらは休眠に入らず，第1表にしめすような回数，脱皮を行い，成長をつづけた．

藍野ら (1962) の 18 時間照明，25°C における第1世代の飼育では，6令経過，すなわち5回脱皮個体がほとん

Table 1. Number of larval moults of the 1st and 2nd broods of the pine moth reared under the conditions of long photoperiod.

Sex	Number of moults	Rearing in Sep.-Nov.1966	Rearing in Nov. 1966-Mar. 1967
Female	7	7	—
	6	8	8
	5	—	2
Male	7	1	—
	6	13	6
	5	—	3

どで，7令経過，すなわち6回脱皮は雌個体がひとつであったことがしるされている．これは筆者らの連続照明，恒温条件下で飼育した第2世代の成績とおなじである．筆者らの第1世代の成績は，それよりも雌雄とも1回多く脱皮し，6あるいは7回の脱皮を，すなわち7あるいは8令を幼虫期において経過した．

藍野ら (1963) の先報とおなじ条件下で飼育した第2世代の結果においては，さらに1回脱皮回数が減少した．すなわち雌雄ともに4回脱皮5令経過個体と，5回脱皮6令経過個体をえたことをのべている．そして第3世代で16時間照明をおこなった結果では，雌雄とも5回脱皮6令経過個体だけをえている．すなわち長日条件のもとにおいては休眠に入らず，脱皮回数は自然の温湿度，自然光のもとで飼育した場合の，7回と同じ回数だけ脱皮して蛹化する個体から，6，5回および4回の脱皮まで減少した個体がえられたことになる．筆者らは第3世代の卵塊の採取が不可能であったため，たしかめることができなかったが，連続照明条件下で発育に適した温湿度を一定に保った場合，累代飼育によってどの程度まで脱皮回数が減少するかは，興味ある問題である．

しかし，同一卵塊から出発した個体群でも，自然条件下における飼育で，4令で越冬，8令で営繭したもの，5令で越冬，9令で営繭したもの，および少数ながら5令で越冬営繭した，3様の発育経過をしめしたことが，藍野ら (1962) によってあきらかにされている．それ故脱皮回数の減少の多様性はあるいは長日効果だけに負っているものではないかもしれない．

2. 発育所要日数．産卵の当初から成虫の羽化までの飼育に成功した，18個体の発育所要日数を，各個体ごと卵期，幼虫各令期および蛹期間にわけてしめすと，第2表のごとくである．これは先にしるした12月10日に産下された卵から飼育した第2世代の観察結果である．藍野ら (1962) の報告によると，25°C で18時間照明下における飼育でえた，6令経過個体は，45〜78日，平均63.9日の，7令を経過した1個体は79日の幼虫期間をしめし，一方，蛹期間は18〜30日，平均して23.2日であったことがしるされている．これにくらべると筆者らの飼育成績では，幼虫期間は概して長く，蛹の期間は反対に短かい（雄5令経過個体 No. 2 をのぞく）傾向をしめしている．これは棲息する地方によってマツカレハの日長時間に対する反応がことなるためであると考えられるが，同一条件下で系統的な比較飼育実験をおこなってみなければわからない．今，全発育期間の平均値について比較すると，5回脱皮個体より，6回脱皮個体の方が，雌 (96.0<106.4)，雄 (91.5<103.6) ともに長く，雌雄の間では雌より雄の方がみじかい．幼虫，蛹の期間にわけて考えると，幼虫期間では全発育期間に同じ関係をしめしたが，蛹期間では逆に雄の方が長かった．之は先にマイマイガにおいてえられた関係と同じである（長沢・中山，投稿中）．第2表にしめした飼育成績は，きわめて少数個体についてえられたものであり，なおかつ個体ごとの発育日数の変異がかなり大きいが，発育時期とこれに対応する累積発育期間の対数との間には，その1例として第1図にしめした雌6回脱皮個体 No. 3のような曲線が，いづれの場合にもえられた．これらの直線化は，発育時期のプロビット対数変換を考えることによってできるかもしれない．

3. 幼虫頭幅の令期間発育．ぬぎすてられた頭蓋の最大幅を，個体別に逐次測定した結果から，あてはめるべき頭幅と令期の関係をしめす方程式を，直交多項式係数をもちいてきめる方法については，すでに Bliss & Beard (1954) によってのべられ，筆者ら (1965, 1967) もまた幾度かこれを応用した．第3表の数値は，計算の便宜のために測定値 (mm) の対数値に1をくわえたものである．雄5回脱皮 No. 2 は，きわめて不規則な頭幅の成長をしめしたので，本文の考察からはこれを除外した．直交多項式係数 x_1, x_2 をもちいて第3表の結果から，頭幅と令

Table 2. Duration of development in days of the 2nd brood of the pine moth reared under the conditions of long photoperiod.

Sex	No. of moult	Larva No.	Egg	Larva I	II	III	IV	V	VI	VII	Total	Pupa	Total
Female	5	1	10	10	6	7	12	11	25	—	71	17	98
		2	10	7	5	7	11	11	26	—	67	17	94
	6	1	10	6	7	7	8	8	11	24	71	18	99
		2	10	7	7	8	8	10	12	25	77	17	104
		3	10	7	6	10	9	10	11	23	76	17	103
		4	10	9	7	7	11	7	19	23	83	18	111
		5	10	7	7	8	9	11	12	25	79	16	105
		6	10	7	6	7	19	13	11	31	94	17	121
		7	10	8	6	7	9	7	9	28	74	17	101
		8	10	9	6	9	11	9	10	26	80	18	108
Male	5	1	10	7	5	8	10	14	27	—	71	18	99
		2	10	7	5	8	9	8	13	—	50	41	101
		3	10	6	6	7	10	12	24	—	65	19	84
	6	1	10	7	6	8	10	9	13	22	75	18	103
		2	10	9	7	7	9	8	14	24	78	18	106
		3	10	10	6	6	8	8	11	19	68	18	96
		4	10	8	5	8	9	14	10	24	78	18	106
		5	10	8	7	6	14	11	12	22	80	17	107

期間の関係を DYAR (1890) の1次式にあてはめるべきか，GAINES & CAMPBELL (1935) の2次式にあてはめるべきかをきめるための分散分析をおこなった結果が第4表である．5回脱皮の雄個体をのぞいて，いづれも2次回帰項に有意性がみとめられ，両者の関係には GAINES & CAMPBELL (1935) の2次式，あるいはさらに高次の方程式にあてはめるのが適当であることがわかった．計算の結果は第3表おのおのの下欄にしめしたごとくで，これらの方程式から計算された理論値が，第3表各項の最下段にしめした Y の値で，実測値の平均 $\overline{y_t}$ とよく一致していることがみとめられる．藍野ら (1963) は個体別に逐次測定をおこなわず，飼育の過程でひろいあつめられた頭蓋を後日測定，その平均値をしめしているが，その対数値と令期の間の関係は，今回筆者らのえた結果とは，かなりことなり，整一な関数関係をしめしていない．

マツカレハが形態学的にきわめて変異にとむ昆虫のひとつであることは，ひろくしられているところである (井上ら 1959)．筆者らのわづかな個体の飼育結果からも，第2図にしめすように大きさ，また翅の斑様色彩など，ほとんど雄と見まちがえるような雌個体をえた．ちなみにこれは普通の雌個体と同様産卵をおこなった．本種の個体変異の大きいことは，頭幅の成長に
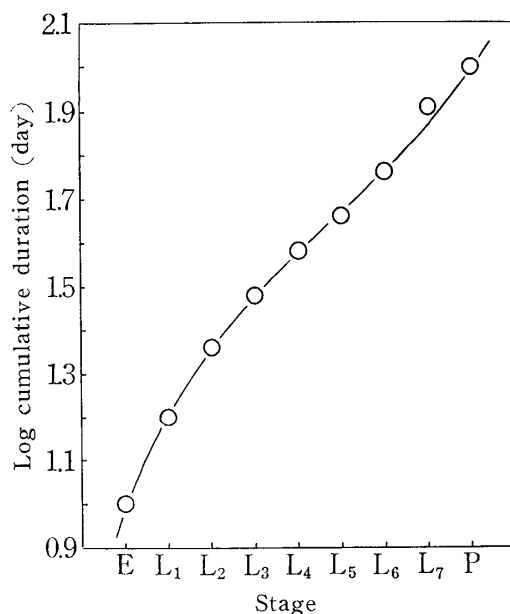
Fig. 1. Relation between developmental stage and log cumulative duration (Female moulted 6 times -No. 3)

Table 3. Log-width (y=log mm.+1.000) of the head capsule in successive instars of individual larvae of the pine moth reared under the conditions of long photoperiod.

Sex	No. of moults	Larva No.	Log-width y for instar							Total T_g	(x_1y)	(x_2y)
			I	II	III	IV	V	VI	VII			
Female	5	1	0.041	0.130	0.290	0.447	0.607	0.748	—	2.263	5.123	0.260
		2	0.061	0.161	0.279	0.447	0.613	0.760	—	2.321	5.019	0.427
		T_t	0.102	0.291	0.569	0.894	1.220	1.508	—	4.584	10.142	0.687
		x_1	−5	−3	−1	1	3	5	—		B_1=0.07244	
		x_2	5	−1	−4	−4	−1	5	—		B_2=0.00409	
		$\bar{y}_t$	0.051	0.146	0.285	0.447	0.610	0.754	—			
		Y	0.040	0.161	0.293	0.438	0.595	0.765	—			
		Equation	$Y=0.36411+0.14488(X-3.5)+0.00614(X-3.5)^2$									
	6	1	0.061	0.176	0.290	0.439	0.544	0.663	0.799	2.972	3.442	0.042
		2	0.041	0.130	0.267	0.371	0.462	0.602	0.748	2.621	3.260	0.274
		3	0.061	0.161	0.312	0.415	0.525	0.648	0.782	2.904	3.350	0.044
		4	0.061	0.161	0.290	0.415	0.512	0.638	0.785	2.862	3.348	0.164
		5	0.041	0.146	0.279	0.389	0.505	0.628	0.785	2.773	3.422	0.222
		6	0.041	0.146	0.267	0.398	0.477	0.597	0.785	2.711	3.344	0.306
		7	0.045	0.130	0.255	0.389	0.512	0.613	0.792	2.736	3.464	0.328
		8	0.041	0.146	0.290	0.389	0.505	0.643	0.778	2.792	3.420	0.154
		T_t	0.392	1.196	2.250	3.205	4.042	5.032	6.254	22.371	27.050	1.534
		x_1	−3	−2	−1	0	1	2	3		B_1=0.12076	
		x_2	5	0	−3	−4	−3	0	5		B_2=0.00228	
		$\bar{y}_t$	0.049	0.150	0.281	0.401	0.505	0.629	0.782		B_3=0.00488	
		Y	0.044	0.163	0.277	0.390	0.509	0.636	0.778			
		Equation	$Y=0.39036+0.11509(X-4.0)+0.00228(X-4.0)^2+0.00081(X-4.0)^3$									
Male	5	1	0.045	0.130	0.267	0.415	0.568	0.708	—	2.133	4.777	0.339
		3	0.061	0.176	0.312	0.431	0.568	0.712	—	2.260	4.550	0.149
		T_t	0.106	0.306	0.579	0.846	1.136	1.420	—	4.393	9.327	0.488
		x_1	−5	−3	−1	1	3	5	—		B_1=0.06662	
		x_2	5	−1	−4	−4	−1	5	—		B_2=0.00290	
		$\bar{y}_t$	0.053	0.153	0.290	0.423	0.568	0.710	—			
		Y	0.048	0.163	0.289	0.421	0.563	0.714	—			
		Equation	$Y=0.35339+0.13324(X-3.5)+0.00435(X-3.5)^2$									
	6	1	0.041	0.146	0.290	0.415	0.484	0.607	0.728	2.711	3.177	−0.137
		2	0.061	0.146	0.267	0.389	0.498	0.618	0.736	2.715	3.200	0.134
		3	0.061	0.146	0.279	0.423	0.531	0.658	0.732	2.830	3.289	−0.157
		4	0.041	0.114	0.230	0.332	0.462	0.556	0.740	2.475	3.213	0.501
		5	0.041	0.146	0.279	0.407	0.498	0.607	0.720	2.698	3.178	−0.154

Table 3 のつづき

Male	6	T_t	0.245	0.698	1.345	1.966	2.473	3.046	3.656	13.429	16.057　0.187
		x_1	−3	−2	−1	0	1	2	3		B_1=0.11469
		x_2	5	0	−3	−4	−3	0	5		
		$\bar{y}_t$	0.049	0.140	0.269	0.393	0.495	0.610	0.731		
		Y	0.040	0.154	0.269	0.384	0.498	0.613	0.728		
		Equation	Y=0.38369+0.11469(X−4.0)								

Table 4. Analysis of variance of the larval measurements.

Sex	Row	Term	Moulted 5 times				Moulted 6 times			
			DF	SS	$MS \times 10^6$	F	DF	SS	$MS \times 10^6$	F
Female	1	Between larva totals	1	0.000280	280.0	2.37	7	0.012713	1816.1	15.46
		Regression on instar								
	2	Linear trend	1	0.734715	734715.0		1	3.266529	3266529.0	
	2′	Simple curvature	1	0.002809	2809.0	23.74	1	0.003502	2502.0	29.80
	3	Scatter about parabola	3	0.001661	553.7	4.68	4	0.004393	1098.3	9.35
		Interaction of larvae by								
	4	Linear trend	1	0.000078	78.0	0.66	7	0.001138	162.6	1.38
	4′	Simple curvature	1	0.000166	166.0	1.62	7	0.001021	145.9	1.32
	5	Scatter (Error)	3	0.000307	102.3		28	0.003090	110.4	
	6	Total	11	0.740016			55	3.292386		
	7	Correction	1	1.751088			1	8.936815		
	8	Pooled error	4	0.000473	118.3		35	0.004111	117.5	
Male	1	Between larva totals	1	0.001344	1344.0	8.63	4	0.009553	2388.3	6.84
		Regression on instar								
	2	Linear trend	1	0.621378	621378.0		1	1.841623	1841623.0	
	2′	Simple curvature	1	0.001418	1418.0	9.10	1	0.000083	83.0	0.24
	3	Scatter about parabola	3	0.000362	120.7	0.77	4	0.002097	524.3	1.50
		Interaction of larvae by								
	4	Linear trend	1	0.000368	368.0	2.36	4	0.000302	75.5	0.22
	4′	Simple curvature	1	0.000214	214.0	1.57	4	0.003918	979.5	5.11
	5	Scatter (Error)	3	0.000409	136.3		16	0.003068	191.8	
	6	Total	11	0.625493			34	1.860644		
	7	Correction	1	1.608204			1	5.152515		
	8	Pooled error	4	0.000623	155.8		20	0.006986	349.3	

おいてもみとめられ，これは同一環境条件下で飼育した個体群を雌雄および脱皮回数の別に分けて分散分析をおこなった．第4表の結果のおのおのの第1欄の数値に有意性のみられたことによっても説明される．藍野ら（1963）の測定結果に，整一な成長様相をみとめ難いのは，ひとつにはこうした個体変異の多い幼虫を，雌雄の区別をおこなわず，また個体別に追跡測定を行わず，全部をこみに考えたことによるものであろう．

摘　　要

1. 温度 25°C，関係湿度 60%，常時照度 130 lux の螢光灯照明下で，クロマツをあたえてマツカレハの幼虫を飼育した．
2. これらは休眠に入らず，第1世代においては雌雄共に 6，7 回の，第 2 世代においては 5，6 回の脱皮をおこなって蛹化し，成長羽化した．(第1表)
3. 全発育期間は，1年1回の発生個体にくらべていちぢるしく短縮し，第2世代におけるそれは 84日から 111日であった．(第2表)
4. 幼虫の各令期間における頭幅の発育は，雌雄，脱皮回数個体ごとにことなり，1，2あるいは3次の方程式にあてはめることができた．(第3表)
5. 個体間の変異が大きく，成虫の大きさ，色彩（第2図），幼虫の頭幅（第3表），発育日数（第2表）などにその一端をうかがうことができた．
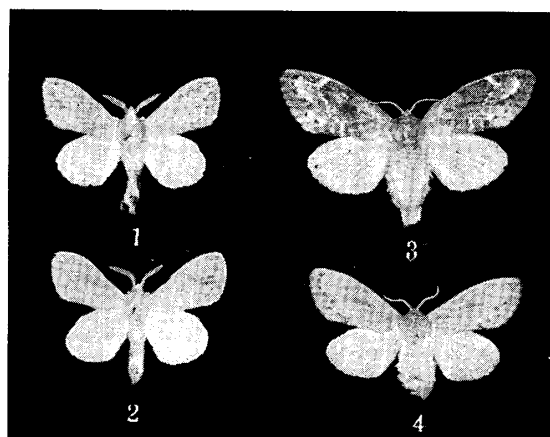
Fig. 2. Morphological variation in adults. 1 & 2. Most common males in the vicinity of Shimizu. 3. Most common female. 4. Male type of female.

引　用　文　献

藍野祐久・山田房男・小林一三・山崎三郎 (1962) マツカレハの生態に関する研究（2）長日処理によるマツケムシの飼育．第 72 回日林講 318-20.

藍野祐久・山田房男・串田保・小林一三 (1962) マツカレハの生態に関する研究（3）マツケムシの頭幅測定による令期の判定について．第 72 回日林講 320-1.

藍野祐久・山田房男・小林一三・山崎三郎 (1963) マツカレハの生態に関する研究（4）マツケムシの発育におよぼす日長時間の影響．第 74 回日林講 326-7.

藍野祐久・山田房男・小林一三・山崎三郎 (1963) マツカレハの生態に関する研究（5）マツケムシの発育と頭幅の大きさについて．第 74 回日林講 327-9.

Bliss, C.I. & R.L. Beard (1954) The growth of the head capsule in individual milkweed bugs. Ann. Entomol. Soc. Amer. **47**, 388-92.

Dyar, H.G. (1890) The number of moults of lepidopterous larvae. Psyche **5**, 420-2.

Gaines, J. C. & F. L. Campbell, (1935) Dyar's rule as related to the number of instars of the corn ear worm, *Heliothis obsoleta* (Fab.), collected in the field. Ann. Entomol. Soc. Amer. **28**, 445-51.

細谷達雄 (1940) マツケムシの糞に関する研究．応動雑 **11**, 236-48.

井上寛・岡野磨瑳郎・白水隆・杉繁郎・山本英穂 (1959) 原色昆虫大図鑑第1巻(蝶蛾篇). 171 頁．東京北隆館．

神谷一男 (1934) 松結蟖の形態，生態及び寄生蜂に関する研究．朝鮮総督府林試報告 **18**, 1-110.

長野菊次郎 (1916) マツカレハ（松毛蟲蛾）の発生回数に就きて．昆虫世界 **20**, 489-94.

長沢純夫・中山勇 (1965) 京都系マイマイガの幼虫期における脱皮回数について．殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育に関する諸問題．第41報．あきつ **8**, 8-13.

長沢純夫・中山勇 (1967) 横手系マイマイガの幼虫期における脱皮回数と頭幅の成長．殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育に関する諸問題．第 43 報．関西病虫害研究会報 **9**, 1-5.

長沢純夫・中山勇 (1967) 祖師谷および中伊豆系マイマイガの幼虫期における脱皮回数と頭幅の成長．殺虫剤の生物試験用昆虫の飼育に関する諸問題．第44報．蝶と蛾 **18**, 12-9.

山田房男・小林一三・山崎三郎・西野トシ子 (1967) マツケムシに対する日長効果．第 78 回日林講 175-7.

Summary

Generally, under the field conditions, the pine moth, *Dendrolimus spectabilis* Butler, passes one generation in a year. In the vicinity of Shimizu, adults emerge in July-August and deposit their eggs on pine leaves. Newly hatched larvae grow untill the 4th or 5th instar within the year, then enter into diapause for overwintering in early November. In April of the next year, they begin their feeding again and grow untill the 8th instar, then pupate. Under the conditions of long photoperiod, however, they do not enter into diapause and they repeat generations. Moreover, the number of larval moults decreases 1 or 2 times. The result shown in Table 1 is the number of moults of the larvae reared on pine leaves under a laboratory condition of 25°C and 60% R. H. with the daylength maintained at 24 hrs by artificial illumination. The total developmental durations of these broods were remarkably decreased compared with the brood passed one generation in a year. As shown in Table 2, the duration of the second brood was ranged from 48 to 111 days. The growth of width of head capsule in successive instars varied with sex and the number of moultings. The relations between log width of head capsule and larval instars were represented by the linear, quadratic or cubic regression equations (Table 3). Big variations between individuals were recognized in adult size, colour (Fig. 2), width of head capsules of larvae (Table 4), and development period (Table 3), etc.

福岡県熊渡山のスギタニルリシジミ

久冨敏弘

福岡県三井郡小郡町下岩田 1878

福岡県下ではスギタニルリシジミ (*Celastrina sugitanii kyushuensis* Shirôzu) は珍しいもので，これまで八女郡矢部村御側（釈迦岳登山口，350〜400 m）で1♂の採集記録があるにすぎない（井手定雄, Pulex, (34) : 137-138, 1964).

筆者は上記の産地から直線距離にして北方に約7km へだたった八女郡星野町熊渡山の山腹（約 400 mから 600 m の間）で，1968年4月21日に 4♂♂ 2♀♀（1♂は路上で吸水中のもの）を採集した．この産地は九州本島では最北の記録となる．標本はかなり新鮮でほぼ本種の最盛期にあたっていると思われた．同定の確認そのほか御教示を頂いた白水隆教授に厚く御礼申上げます．